

Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»  
Кафедра електричної інженерії

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор

\_\_\_\_\_ Леонід БАЧУРІН

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ДВС 1.04 Електромагнітні перехідні процеси

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти: перший бакалаврський

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни Електромагнітні перехідні процеси

(повна назва дисципліни)

для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 року. – \_\_\_\_ с.

Розробники: Колларов О.Ю. доц., к.т.н., доц. каф. ЕлІн

Остренко Д.О., ас. каф. ЕлІн

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електричної інженерії.

( назва кафедри)

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » вересня 2021 р.

Завідувач кафедрою електричної інженерії

\_\_\_\_\_ (підпис)

(О.Ю. Колларов)

(прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

Схвалено науково-методичною комісією з галузі знань

14 Електрична інженерія

(шифр, назва)

Протокол № \_\_\_\_ від. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

Голова

\_\_\_\_\_ (підпис)

( В.Ф. Сивокобиленко )

(прізвище та ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

## 1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Вибіркова	
Обсяг в кредитах ЄКТС	6	6
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	180	180
лекції:	48	6
практичні заняття:	32	6
лабораторні заняття:	—	—
семінари:	—	—
самостійна робота:	100	168
Форма підсумкового контролю	Екзамен, Диф.залік (форма підсумкового контролю для курсового проекту)	
Дисципліну викладають	к.т.н., доц., доц. каф. електричної інженерії Колларов Олександр Юрійович: <a href="https://donntu.edu.ua/meht/elin">https://donntu.edu.ua/meht/elin</a> <a href="https://wiki.donntu.edu.ua/view/Колларов_Олександр_Юрійович">https://wiki.donntu.edu.ua/view/Колларов_Олександр_Юрійович</a>  ас. каф. електричної інженерії, Остренко Дмитро Олександрович <a href="https://wiki.donntu.edu.ua/view/Остренко_Дмитро_Олександрович">https://wiki.donntu.edu.ua/view/Остренко_Дмитро_Олександрович</a>	

### Передумови для вивчення дисципліни:

*Перелік дисциплін, які мають бути вивчені раніше:*

- Вища математика. Ч. 1;
- Вища математика. Ч. 2;
- Фізика. Ч. 1;
- Фізика. Ч. 2.
- Теоретичні основи електротехніки Ч.1;
- Теоретичні основи електротехніки Ч.2;
- Електричні системи та мережі;
- САПР в енергетиці.

Електромагнітні перехідні процеси в електричних системах базуються на “перехідних процесах” дисципліни “Теоретичні основи електротехніки” і теорії синхронних генераторів дисципліни “Електричні машини”.

*Перелік раніше здобутих результатів навчання:*

- описувати принцип дії використовуючи наукові концепції, теорії, а також методи та виконувати перевірку результатів за допомогою моделювання, аналізу та використовуючи пристрої та наявні прилади в енергосистемі;
- застосовувати знання інтегрального та диференційного числення, функціонального аналізу дійсних та комплексних змінних, диференціальних рівнянь, векторного числення, чисельних методів для вирішення теоретичних і прикладних задач електроніки;
- розв’язувати практичні завдання електроенергетики за допомогою використання теорій електротехнік та електромагнетизму із використанням відповідних моделей;
- використовувати прикладні та спеціалізовані програмні пакети для вирішування задач аналізу, розрахунку та моделювання ділянок електричної мережі та схем заміщення електричної мережі, використовувати навички аналізу результатів контролю та вимірювання.

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою викладання даної дисципліни є формування у студентів базових знань про компоненти та принципи функціонування електричних пристроїв та систем під час перехідних процесів, набуття практичних навичок аналізу, використання методів розрахунку, моделювання, знаходження шляхом розрахунку фізичних параметрів та величин електричних систем.

*Фахові компетентності:*

- здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки;
- здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг;
- здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики;
- здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних машин, апаратів та автоматизованого електроприводу;
- здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії;
- здатність розробляти проекти електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування із дотриманням вимог законодавства, стандартів і технічного завдання.
- усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.
- здатність оперативно вживати ефективні заходи в умовах надзвичайних (аварійних) ситуацій в електроенергетичних та електромеханічних системах.

*Програмні результати навчання:*

- Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
- Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.
- Знати основи теорії електромагнітного поля, методи розрахунку електричних кіл та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
- Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.
- Здійснювати аналіз процесів в електроенергетичному, електротехнічному та електромеханічному обладнанні, відповідних комплексах і системах.
- Обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.
- Уміти оцінювати енергоефективність та надійність роботи електроенергетичних, електротехнічних та електромеханічних систем.
- Розв'язувати складні спеціалізовані задачі з проектування і технічного обслуговування електромеханічних систем, електроустаткування електричних станцій, підстанцій, систем та мереж.
- Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

### 3. Очікувані результати навчання

#### Знання:

- причини виникнення та наслідки електромагнітних перехідних процесів;
- основи теорії дослідження електромагнітних перехідних процесів;
- застосовувати математичні моделі основних елементів енергосистем;
- застосовувати методи розрахунку параметрів електромагнітних перехідних процесів;
- шляхи подальшого розвитку методів та засобів досліджень;
- вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

#### Уміння:

- розраховувати струм симетричного к.з., струм несиметричного к.з. в залежності від його виду;
- розраховувати опори елементів схеми заміщення, перетворювати електричні схеми заміщень відносно точки к.з. ;
- будувати векторні діаграми струму і напруги;
- аналізувати електромагнітні перехідні процеси;
- аналізувати на статичну та динамічну стійкість енергосистему;
- використовувати методи підвищення стійкості систем при проектуванні електроустановок.
- визначати складові ряду Фур'є для несинусоїдної напруги;
- використовувати математичний апарат при проведенні розрахунків перехідних процесів;
- виконувати аналіз результатів вимірювань завдяки використанню програмних пакетів загального та спеціального призначення.

### 4. Засоби діагностики результатів навчання

Під час вивчення дисципліни «Електромагнітні перехідні процеси» використовуються наступні засоби діагностики результатів навчання:

- екзамени;
- стандартизовані тести;
- практичні завдання;
- індивідуальні домашні завдання.

### 5. Критерії оцінювання результатів навчання

Форма навчання	Поточний контроль для денної та заочної форм					Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
	ПР 1	ПР 2	ПР 3	ПР 4	ПР 5			
Денна	8	8	8	8	8	40	60	100
	4	5	5	5	5	24		84
Заочна	20		20			40	60	100
	12		12			24		84

Форма навчання	Курсова робота		Максимальний бал
	Пояснювальна записка	Захист роботи	
Денна	40	60	100
Заочна	40	60	100

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

## 6. Програма навчальної дисципліни

### 6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1. Загальні відомості про електромагнітні перехідні процеси.

Тема 2. Причини та наслідки перехідних процесів.

Тема 3. Основні поняття та визначення. Складання схем заміщення.

Тема 4. Визначення параметрів розрахункових схем основних елементів електричної станції, підстанції, ліній електропередавання в іменованих та відносних одиницях.

Тема 5. Електромагнітний перехідний процес трифазного КЗ в активно-індуктивному колі. Ударний струм КЗ. Найбільше діюче значення струму КЗ. Усталений режим трифазного короткого замикання.

Тема 6. Вплив та врахування автоматичного регулювання збудження. Рівняння електромагнітного перехідного процесу синхронного генератора. Перехідний процес трифазного КЗ синхронного генератора.

Тема 7. Практичні методи розрахунку струмів трифазного КЗ. Розрахунок струму короткого замикання з врахуванням особливих умов.

Тема 8. Несиметричні короткі замикання. Одноразова поздовжня несиметрія.

Тема 9. Просте замикання на землю. Розрахунок струмів короткого замикання в установках до 1000 В.

Тема 10. Рівні струмів короткого замикання та їх координація.

### 6.2. Темі лабораторних робіт

Не передбачені відповідним навчальним планом.

### 6.3. Темі практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
1	Тема 2. Причини та наслідки перехідних процесів.	4	4
2	Тема 5. Електромагнітний перехідний процес трифазного КЗ в активно-індуктивному колі. Ударний струм КЗ. Найбільше діюче значення струму КЗ. Усталений режим трифазного короткого замикання..	10	
3	Тема 6. Вплив та врахування автоматичного регулювання збудження. Рівняння електромагнітного перехідного процесу синхронного генератора. Перехідний процес трифазного КЗ синхронного генератора.	8	2
4	Тема 8. Несиметричні короткі замикання. Одноразова поздовжня несиметрія.	4	
5	Тема 10. Рівні струмів короткого замикання та їх координація.	6	
Усього годин		32	6

### 6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
1	Тема 1. Загальні відомості про електромагнітні перехідні	2	2

	процеси.		
2	Тема 2. Причини та наслідки перехідних процесів.	10	14
3	Тема 3. Основні поняття та визначення. Складання схем заміщення.	10	16
4	Тема 4. Визначення параметрів розрахункових схем основних елементів електричної станції, підстанції, ліній електропередачі в іменованих та відносних одиницях.	16	32
5	Тема 5. Електромагнітний перехідний процес трифазного КЗ в активно-індуктивному колі. Ударний струм КЗ. Найбільше діюче значення струму КЗ. Усталений режим трифазного короткого замикання.	14	18
6	Тема 6. Вплив та врахування автоматичного регулювання збудження. Рівняння електромагнітного перехідного процесу синхронного генератора. Перехідний процес трифазного КЗ синхронного генератора..	14	20
7	Тема 7. Практичні методи розрахунку струмів трифазного КЗ. Розрахунок струму короткого замикання з врахуванням особливих умов.	10	16
8	Тема 8. Несиметричні короткі замикання. Одноразова поздовжня несиметрія.	10	18
9	Тема 9. Просте замикання на землю. Розрахунок струмів короткого замикання в установках до 1000 В.	8	16
10	Тема 10. Рівні струмів короткого замикання та їх координація.	6	16
	<b>Усього годин</b>	<b>100</b>	<b>168</b>

### 6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Курсова робота з дисципліни «Електромагнітні перехідні процеси», що складається з наступних розділів:

- 1) Розрахунок параметрів вихідного усталеного режиму роботи системи;
- 2) Розрахунок параметрів режиму;
- 3) Розрахунок статичної стійкості електричної мережі та визначення коефіцієнтів запасу генераторів під час використання різних типів АРЗ;
- 4) Розрахунок динамічної стійкості генераторів та визначення граничного часу відключення під час аварійного процесу в кінці ЛЕП.

Метою виконання курсової роботи є закріплення у студентів теоретичного та практичного матеріалу, який був набутий під час опанування дисципліни «Електромагнітні перехідні процеси». Також за мету ставиться проведення виконавцем роботи розгляду методів розрахунку параметрів електричної мережі під час нормальних та аварійних перехідних процесах, які виникають при змінах стану енергосистеми

## 7. Література

### 7.1. Основна

1) Півняк Г.Г., Жежеленко І.В., Папаїка Ю.А., Несен Л.І., за ред. Півняка Г.Г. ; «Перехідні процеси в системах електропостачання: підручник для ВНЗ» М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 5-те вид., доопрац. та допов. – Дніпро : НГУ, 2016. – 600 с.

2) Теоретичні основи електротехніки. Перехідні процеси в лінійних колах. Синтез лінійних кіл. Електричні та магнітні нелінійні кола : підручник / Ю.О. Карпов, Ю.Г.

Ведміцький, В.В. Кухарчук, С.Ш. Кацив ; ред. Ю.О. Карпов . — Херсон : Олді-плюс, 2019 . — 456 с. — ISBN 978-966-289-005-1.

3) М. М. Черемісін, О. М. Мороз, О. Б. Єгоров, С. В. Швець. Перехідні процеси в системах електропостачання: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] — м. Харків: ТОВ «В справі», 2016. — 260 с. — Бібліогр.: с. 254.

4) Zhezhelenko I.V., Shidlovskiy A.K., Pivnyak G.G., Saenko Yu. L., «Electromagnetic compatibility in electric power systems: textbook for institutions of higher education from Ukrainian by S.I. Kostritska and I.O. Tokar, editorship of the English version and terminology by Professor O.B. Ivanov. — 2 nd edition. — D.: National Mining University. — 2013. — 239 p.

5) Теоретичні основи електротехніки. Методи розрахунку нелінійних електричних і магнітних кіл в прикладах та задачах навчальний посібник / Ю.О. Карпов, Ю.Г. Ведміцький. В.В. Кухарчук.- Стереотип, вид. - Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019.

## **7.2. Допоміжна**

1. Міркевич Г.Н., Букович Н.В. “Розрахунок струмів короткого замикання”. м. Київ, 1991. — 221 с.

2. Півняк Г.Г., Винославський В.М., Рибалко А.Я., Нессен Л.І., «Перехідні процеси в системах електропостачання»: Підручник для вузів. 2-е видання, доповнено, за ред. Академіка НАН України Півняка Г.Г. — м. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2002. — 597 с.

3. Теоретичні основи електротехніки. Комп’ютерні розрахунки та моделювання нелінійних електричних кіл та кіл з розподіленими параметрами : навч. посіб. / С.Ш. Кацив, Ю.Г. Ведміцький, В.В. Кухарчук. - Херсон: «Олді-Плюс», 2018. - 148 с.

4. Букович Н.В. Розрахунок струмів короткого замикання електроенергетичних систем. Вища школа. 1988. — 247 с.

5. Рюденберг Р. Эксплуатационные режимы электроэнергетических систем и установок.: Энергия. 1981. — 576 с.

6. Букович Н.В., Міркевич Г.Н. Розрахунок струмів короткого замикання. Київ, 1991. — 221 с.

7. Півняк Г.Г., Кігель Г.А., Волотковська Н.С., Коротун А.В. «Розрахунки електричних мереж систем електропостачання.» — м.Київ: ІЗМИ, 1998. —136 с.

## **7.3 Методична**

1. «Методичні вказівки до вивчення та виконання завдання курсового проекту з дисципліни «Електромагнітні перехідні процеси»». — Укл. О.Ю. Колларов, Д.О. Остренко, м. Покровськ, Донецький національний технічний університет 2021 — 43с. (заплановано випуск у жовтні 2021 року)

## **8. Інформаційні ресурси**

1. Дистанційна освіта Української інженерно-педагогічної академії [Електронний ресурс]. — Електронні дані. — Режим доступу: <https://do.uipa.edu.ua/>— Назва з титул. екрана.

2. Енергетика України та світу [Електронний ресурс]. — Електронні дані. — Режим доступу: <https://ukrenergy.dp.ua/> — Назва з титул. екрана.

3. Електронний каталог Донецького національного технічного університету [Електронний ресурс]. — Електронні дані. — Режим доступу: <http://89.185.3.253:9080/search.php>— Назва з титул.



екрана.

4. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. [Електронний ресурс]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/node/2116>– Назва з титул. екрана.

ЗАТВЕРДЖЕНО